De

vi fluminis sanguinis in venarum cavarum systemate.

DISSERTATIO INAUGURALIS

QUAM

CONSENSU ATQUE AUCTORITATE GRATIOSI MEDICORUM ORDINIS

IN

UNIVERSITATE LITERARUM

PHILIPPINA

pro summis in

medicina, chirurgia atque arte obstetricia honoribus

die   mens. Novembris MDCCCXLIII

rite capessendis offert

Carolus Fridericus Guilielmus Mogk

Waldecco - Aroldensis.

Marburgi Cattorum MDCCCXLIII.

PATRI

OPTIMO DILECTISSIMO

CAROLO MOGK

PIO GRATOQUE ANIMO

FILIUS.

PRAEFATIO.

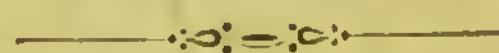
Quum tempus instaret, quo munere scribendae dissertationis pro gradu doctoris perfungendum mihi erat, ex praeceptore meo colendo, Dr. C. Ludwig, quo per complures annos magno meo commodo usus sum, petii, ut argumentum aliquod idoneum tractandum mihi proponeret. Quo facto ille auctor mihi fuit, ut de vi fluminis sanguinis venosi disquirerem, atque in ea investiganda et consilio et opera me juvit. Explorationes hac de re hucusque institutae adeo erant imperfectae et theoremata inde exorta adeo levia atque nugatoria, ut labor a me susceptus excusatione egere haud videretur. Difficultates, quae in experiendo mihi restiterunt ope duorum amicorum ex commilitonibus meis, A. Vorster et H. Gerling, med. studiosorum, qui auxilium tulerunt, superare mihi contigit.

Errores et vitia, quae in has disquisitiones irrepserint, viros doctos reique peritos mihi tironi condonaturos confido, quippe cui dexteritate, ad hujusmodi operam necessaria, nondum mihi liceat, attamen haec ipsa vitia non tam gravia esse mihi persuadeo, ut phisiologorum animos ab hac dissertatione avertant.

Proprimis grato animo humanitatem agnosco celebroque, qua professor Dr. L. Fick me adjuvit permisitque, ut experimenta in instituto anatomico, cui florentissimo praeest, facerem.

Neque minus professori Dr. Heusinger, qui nonnullos mihi libros praestantissimos subministravit, maximas, quas debeo, hoc loco ago gratias. —

Marburgi Cattorum mense Octobri 1843.



I.

Quae experimenta instituta fuerint ad vim circulationis sanguinis in vascibus venosis probandam.

Postquam scrutationibus illius praeclari Anglorum anatomi doctrina de sanguinis circulatione fundamentum suum accepit, vim motionis sanguinis in venis cognoscere haud parvi momenti videbatur. Proinde nullo tempore experimenta eam accuratius constituendi defuerunt, atque ea diversissimo modo instituta sunt. Cur vero tam diligenter operam dederunt, celeritatem circulationis sanguinis venosi accurate intelligere non difficile est intellectu. Ea re ommissa quod per se multum interesse poterat, phaenomena ipsa cognoscere, sperare quoque licebit, vi cognita qua sanguis venas perfluat, accuratius nos intellecturos esse, utrum flumen sanguinis vi cordis et membranorum arteriarum elasticorum, an praeterea aliis viribus, quae v. c. in vasis capillaribus continentur, moveretur. Sine dubio vim fluminis sanguinis venosi cognoscere necessarium est; adeo pro certo affirmari potest, ad hanc tanti momenti quaestionem illa cognitione deficiente responderi non posse. Quantopere igitur causa erat, quod huic rei operam navaremus, quotque labores sustinuerunt, ut adhibitam prospero successu coronatum viderent: adhuc nemini processit, quaemadmodum probare studebimus, rem

propositam expedire. Ad sententiam nostram sustentandam statim sententias eorum, qui de hac re scripserunt, atque methodum, qua experimentorum suorum summam invenerunt, investigare suscipiamus.

In autorum quaestionibus discrimen haud parvum in proposito intelligendo perspicitur. Plures enim physiologi vim fluminis venosi absolute statuere studebant, dum alii, quae ratio inter arteriarum atque venarum flumen intercederet definire praeferebant. In utropue tamen casu semper tantum de celeritate sanguinis in certa vena sermo esse potest. Hi, quibus haec ratio scilicet relativa celeritas fluminis arteriosi comparata cum ea venosi obversabatur, methodo, ut videbatur, valde simplici et persuadente usi sunt. Per venas intra id tempus, quod ab uno pulsu ad alterum praeterfluit tantum sanguinis ad cor recurrat necesse est, quantum per arterias defluxit. Copia (m) autem, quae dato tempore e fistula effecit, ut inter omnes constat, simplici via invenitur, quod celeritas (c), quo fluidum ex ostio (a) movetur, sectione transversa ostii multiplicatur ($m = c\,a$). Si igitur, ut ex his patet m (copia sanguinis in ventriculis) datum est et a emetiendo invenire potest, prodit $c = \frac{m}{a}$. Si igitur duas aequationes accepimus, in puibus m sibi constat a autem variat, in iisdem $c : c' = \frac{m}{a} : \frac{m}{a'}$ se habebit, i. e. in aequali copia effluenti ratio celeritatem inter et sectionem ostii transversam contraria erit. Quae methodus quidem simplicissima videtur. Quemadmodum vero autor eam ad celeritatem sanguinis fluminis in magnis venis, cordi proximis, transfert, in ea constituenda differentiae maximae nobis occurrunt. Dum Tabor * rationem celeritatis in venis cavis comparatae cum ea arcus aortae ut 2 : 1, Haller

* Haller Elementa Physiologica lib. VI. Sect IV. §. 15.

eam ut 21 : 9 constituit. Causa harum differentiarum plane in manca methodo sectionem transversam vasorum definiendi continetur. Quodsi hic unicus vitiorum fons esset, accuratione methodo quidem et mensionibus, quae in multis cadaveribus ins ituendae essent, ille fons tolli posset, ita ut, etiamsi ratio celeritatis, quae inter venosum et arteriosum flumen intercedit, quoque casu antea constitui non posset, hoc tamen omnino in satis arctis finibus constituendum esset. Re vera autem omnes vasorum mentiones hoc consilio inutiles sunt; nam ea re omissa, quod magnitudo sectionum transversarum artae intra spatium temporis unius cordis ictus ad alterum valde varia est, sectio transversa venarum multo magis diversa est. Quod dixi, quisque intelliget, qui venas suae ipsius manus spectat: copia sanguinis in iis ita varia est, ut omnis mensio accurata earum luminis fieri non possit. Quod igitur in venis manus valet, idem vivisectionibus profundiorum venarum, sive in extremitatibus, sive in trunco invenitur. Si lumen vasorum in mortuis emetimur, indeque colligimus, venas in vivis semper ita repletas esse ut in mortuis massa cerea aut impressa mensura conica fit:* hoc illusionem esse intelligimus. Proinde haec methodus celeritatem fluminis sanguinis emetiendi adhiberi non potest. Ut sit haec methodus atque summa inde inventa multo certiores quam re vera sunt, tamen inventi numeri de rationibus quales intra festulas nasorum sint, parum nos edocerent. Sciremus quidem quae ratio inter venarum atque arteriarum sanguinis celeritatem intercederet, neuticam tamen expressam imaginem virium sanguinem propellentium acciperemus. Quod iterum exemplo expediemus. Si cum Krause** diametrum

* E. H. Weber Handbuch der Anatomie §. 89.
** Krause Menschliche Anatomie 1. pag. 942. 2. Aufl.

arteriae pulmonalis pro medio numerorum proximus: 13''' P diam., deinde cum venae pulmonalis 7''' P: $1\frac{1}{2}$''': $6\frac{1}{3}$''': $5\frac{1}{4}$'''; $6\frac{1}{8}$''' diam.; sectio transversa arteriae pulmonalis diametrum 135,7□''', sectio transversa venae pulmonalis diametrum 130,6□''' monstrabunt. Ex iis, quae ante exposita sunt celeritatem in venis pulmonalibus paullo majorem esse quam in arteriis pulmonalibus, patet. Hoc exemplum maxime probat, quam imperfecta opinio ex his calculis orta de ipsa vi sanguinem propellente sit. Si enim haec vis propellens proportionalis celeritati poneretur, aperte in sententias maxime sibi repugnantes incideremus, sanguis enim majore vi ad cor repelleretur quam ab eo propelleretur: vis igitur sanguinis in via per vasa capillaria non imminueretur, sed adaugeretur.

Satis demonstrasse mihi videor hanc methodum nec probandam, nec, si probanda esset, summam inde inventam futilem esse.

Altera methodus, celeritatem aut hoc loco multo magis vim, quae sanguinem per venas propellit comparatam cum ea fluminis arteriosi emetiendi, ea est, quae Keill in medium protulit. Primum dissecuit venam certae regionis et sanguinem certo tempore effusum emensus est, deinde dissecuit arteriam venae correspondentem ejusdem regionis atque pari tempore effusam sanguinis copiam cum illa comparavit. Haec methodus quamquam plane vitiis non caret, ut statim cognoscemus, tamen ejus ratio accuratior est quam superioris. Ejus enim consilium est, vim emetiendi, quae omnino premit in sanguinem. Si autem inquiramus, num re vera hoc praestet, negare debemus. Hujus methodi summae dummodo ex aliqua parte accuratae sint, haec statuenda sunt:

I. Margines utriusque ostii eodem modo repugnant. Hydraulici longo usu experti sunt, omissa quoque imminu-

tione copiae hypotheticae (computatae), quae contracto flumino in loco effluvii efficitur, quamque statum ostii magnam vim habere in illam copiam. Jam vero status arteriarum ostii aperte discrepat ab ostio venarum. Vitium inde oritur, cujus magnitudo compensari plane non potest. Quem vitiorum fontem jam Haller affigit.*

2. Constat, venas propter extensionem suam magnam sanguinis copiam continere posse; et plerumque continent, quae jam multo ante iis infusa erat. Propter earum naturam vero, qua facile comprimuntur, quaque compressione sanguine facile liberantur, qui in iis continetur. Iccirco facile musculorum contractione copia effluens magnopere adaugeri potest. Quae res minoris momenti esset, si experimenta tamdiu contienuari possent, ut copia sanguinis, quae a principio in femore inest, evanescens appareret si cum ea comparatur, quae intra tempus experimenti per venas pellitur. Hoc causis apertis fieri nequit, et hoc modo accidere potest ut ex venis altero tanto majorem copiam accipiamus quam quae re vera prodire debebat.

Scilicet hoc opprobrium non in eam mensionem spectat quae in arteria suscepta est. Hic quidem eam tantum copiam emetimur quae intra tempus experimenti iis infusa est. Aliis autem vitiorum fons in arteria perspicitur, ita quidem ut in sanguinis emissione vis fluminis arteriosi perspicuo modo imminuatur et eo magis quo major sanguinis copia emissa est. Cum igitur hoc experimentum illud in vera sequatur, aperta fluminis imminutio effici debet, si in experimentis tam diu pergimus, dum sufficientem sanguinis copiam nobis paraverimus. Inde elucet, duo vitia in hac methodo inesse, quae invicem sese non tollunt, sed augent. Aperto enim, si copia

---

* Haller l. c. VI. Lect. IV.

sanguinis venae facto mensione major et copia arteriae minor apparet quam par erat, mutuam rationem virium propellentium falsissime dijudicabimus. Jam Keill experimentis suis invenit, copiam sanguinis e venis effusi ad eam ex arteria se habere ut $3:7\frac{1}{2}$. Cum autem, mutua ratio virium propellentium (h et h′) ea quadratum celeritatis (c^2 et c'^2) ($h : h' = c^2, c'^2$) sit: nostro casu in venis vim propellentem inveniemus, quae, si cum ea arteriae comparatur rationem efficit ut 9 : 56,2.

Quemadmodum methodi pravitatem ostendimus infra quoque summam falsam esse probabimus.

Methodus, quam Hales * adhibuit magis etiam perversa est quam ea, qua Keill usus est. Nam ejus rei ratione non habita, quod illa omnibus vitiis, quibus haec subjecta est, laborat, ejus ratio effusam copiam constituendi tam prava est, ut inde nil concludi possit, quam ob causam hic plane omittitur.

Altera autorum series vim absolutam qua sanguis venas percurrit emetiri studuerunt aut arteriarum flumen omittentes, aut parum diligenter contemplantes. Huc spectant opera quae Tabor et Poiseuille exhibuerunt. Tabori methodus tam prava et imperfecta, et summa in medium prolata tam male tempore et spatio definita, ut verba tantummodo ex Hallero exscripta opponere necesse sit ad eorum pravitatem ostendendam:

„Ergo in absolutam quidem celeritatem inquisiturus S. „Tabor (Exerc. med. pag. 114) venam valvulosam brachii „digito compressit, iterumque laxavit, ita vidit a valvula ad „valvulam pollicis spatium intra pulsus tempusculum a san„guine venoso percurri, nimis certe parvis calculis usus.

---

* Haller l. c.

„Etsi enim vis certa satis ejusmodi tempuscula definiuntur, „multo tamen magis spatium in brachio absolvi vidi dum „vocem duarum syllabarum pronuntiabam."

Majoris momenti opus est quod * Poiseuille exhibuit cum iis, quae adhuc in lucem prodierunt comparatum tam perfectum, etiamsi non expositione tamen suo principio est, ut omni jure optimum ad hoc tempus in medium prolatorum habendum sit. Quo majus momentum ei tribuitur, quo certior summa, ejusdem methodo comperta, videtur, eo severiores in eo dijudicando esse debemus; atque nos ipsi eo minus iniquo judicio ducimur, quia diutius in experimentis nostris ejus methodum veram habebamus, et experientia demum ad aliam methodum adhibendam adducti sumus.

Methodum Poiseuillei omnibus notam censere licet: eadem enim est, quam in emetienda vi circulationis arteriosae adhibebat; ut potius enim haemadynamometri cuspidem in arteria ad cor converteret, multo majis in vena cuspidem vasa capillaria versus direxit. Potuit igitur, ut videtur, pressionem in haemadynamometro legere, quam columna sanguinis in fluidum eo inclusum exercet. Et nimirum hoc fit et fieri debet. Neutiquam vero omnio pressionem normalem emetiuntur, qua fluidum, quod in vena inest, commovetur. Hoc praesertim de venis statuimus, quae valvulas habent, dum mensionem Poiseuillei in venis sine valvulis rectam esse judicamus. Valvulis enim, ut constat, vena in seriem divisionum redigitur, quae tantum ex capillaribus ad cor, neutiquam vero contrario modo aperiuntur. Si igitur haemadynamometro ostium ejusmodi divisionis ad cor conversum occluditur, parvam venae divisionem accipimus, in quam

* J. Müller Archiv Jahrg. 1834. Magendie, Journal de Physiologie 1830.

quidem sanguis intrare, non vero egredi potest. Quodsi igitur sanguis in venis ea tantum vi moveretur, quae restat a vi cordis, postquam sanguis e capillaribus exiit, hae valvulae certe ad vitium adducere non possent. Re vera autem res aliter se habet. Quaeque musculorum contractio, quaeque vis in partes laterales venae magni momenti est. Hac re enim pro momento sanguinis flumen in omnes partes et in superiorem et in inferiorem e loco pressionis lateralis pellitur. Quae pressio si validior est, quam ea, qua valvulae in centrum vergentes ad peripheriam clauduntur, aperte haec valvula aperitur et alia sanguinis copia in partem supra valvulam premitur, ubi certe quoque haemadynamometri fluidum premit. Etiam hoc vitium non esset, si pressio, quam sanguis re vera accepit, tam diu modo vim exerceret in haemadynamometri fluidum, quam omnis omnino sanguis in venis hanc pressionem patitur. Contrarium vero cognoscitur, vis enim continua est. Cum igitur sanguis propter valvulas recurrere nequeat, pressionem partibus lateralibus et haemadynamometro traditam ab his recipiet. Propter venarum naturam extensionis et praecipue propter formam valvulae marsupiae similem, quae tunc demum perspicua fit, si impressio in planitiem periphericam sublata est, accidit, ut fluidum in manumetro paullulum concidat, quod eo magis fit, quo arctius lumen fistulae manumetri est. Immo si manometra capillaria fluidis aquosis adhibere liceret, fortasse vitium, quod in abhibendi methodo Poiseullei oritur, plane evitari posset. Cum autem valvulae venarum validiorem impressionem sustinere possunt, priusquam vincantur, atque musculi venas adeo amplicis luminis facile comprimere possunt, idque tam saepe faciunt, quam hae propter retentionum fluminis extensiones perpetiuntur, non dubium est, quin hac re maximi errores oboriantur. Qui ut jam dictum est, tan-

tum venas valvulosas spectant, earumque eas praesertim, quae inter musculos positae sunt.

Ut vero ostendamus, ne nimis magna subtilitas nos ad vitia exponenda methodi Poiseuillei adduxerit, pauca a nobis ipsis false observata in medium proferemus.

Ad experimenta nostra adnotamus, quod omnes altitudines aqua computavimus, quamquam solutionem $NaOCO_2$, cujus pondus specificum ante quodque experimentum examinando constitutum erat, adhibuimus.

Tubulum (Canule) in venam cruralem canis inserebamus; quo facto fluidum ascendit in perpendiculari fistulae cruce, quod cautione valde longum fecimus ad altitudinem 1, 140 M. et fluidum quidem ascendit ad hanc altitudinem, quin moravetur aut semel tantum decideret, dum animal leviter sese movebat. Postremo adeo fluidum per extremam partem penetravit et quidem continuo. Si ex Spengleri experimentis columnae hydrargiri altitudinem in medio majori inter exspirationem ad 180 M. M. Hg., ponderis specifici 13,3, prodit ratio utriusque pressionis altitudinis minimum 1140 M. M. : 2377 M. M. Deinde eodem tempore venam cruris inquisivimus venam jugularem quoque externam, ibique ascensionem, tantum 0,117 M. Cum vero planitiem faciei premeremus, columna ascendit ad 0,159 M. et pressione remissa delapsa est ad 0,149 M., ut ibi immobilis maneret.

Secundo casu in quo experimenta instituebamus altitudinem inveniebamus 0,405 M., decidit columna ad 0,362 et tum assurrexit ad 0,426 et decidit tandem ad 0,366.

In vena crurali dextra tertii canis 1,353 cognovimus. Fluidum paullatim ascendit per intervalla, quae 0,005 M. efficiebant, quorumque singula cordis ictui respondebant. Paucis post diebus in eodem cane experimenta instituebamus; in vena crurali alterius lateris ascensio ad 0,650 inventa est

eaque per intervalla a 0,002 ad 0,003 M. quae plane cordis ictibus respondebant. Deinde columna paullatim ad 0,431 M. delapsa est, et tum denuo per intervalla ad 0,671 ascendit, ut hinc ad 0,575 relaberetur. Eodem tempore in jugulari externa 0,079 M. inventa sunt, deinde decidit columna ad 0,048 M. et denuo ascendit ad 0,063 M. Diversae altitudinum mutationes respirationi neque respondebant, neque mutua inter eas ratio cognosci poterat. Nam neque cum in — aut exspiratione neque inter ipsas eodem tempore fiebant.

Haec summa, quam in tribus canibus cognovimus fortasse apud minus attentiores quam nos Poiseuillei methodum in dubium vocasset. Differentiae infinitae, quae in fluminis vi venae cruralis et jugularis, magis etiam ingentes differentiae, quae in flumine venarum cruralium ejusdem animalis occurrebant nobis ostendere oportebat, nos non normalem vim sed plane aliam rem emensas fuisse.

Reputantibus nobis quod primum ad venam jugularem et cruralem attinet collocationem utriusque venae mirum videri necesse erat, venam tam apte inter musculos positam constanter eo majorem vim fluminis indicare quam talem, quae magis tantum in minus contractili tela cellulosa sub cute jaceat. Musculi certe magnopere et praecipue continuo in vim fluminis venarum valere videbantur. Praeter hunc alius quoque modus cogitari potuit; fieri enim potuisset ut membranae mucosae et glandularum multiplicata et longiora vasa capillaria, quae venae jugulari sanguinem suum praebent, majorem virium consumptionem effecisset. Hanc ob rem ut hoc nobis persuasum sit experimenta in brachio et crure simul instituimus. Prodiit

Vena brachialis	Vena cruralis
0,070 M.	0,556 M.
0,081 M.	Deinde in tardis 0,005 M. efficientibus atque pulsui respondentibus ictibus ad 0,631 M.
0,124 M.	
0,102 M.	
0,156 M.	
0,124 M.	
0,199 M.	

Cum deinde animal musculos vehementer commovere coëgimus, altitudines prodierunt

Vena brachialis	Vena cruralis
0,480 M.	0,804 M.
0,415 M.	0,869 M.
0,480 M.	et denique animal concutientes accipiebamus 1,063 M. Haec altitudo in insequente quiete lapsa est ad 1,009 M.

Ad hoc experimentum repetendum canem elegimus in quo vena cruralis jam ante aliquot dies pervestigata erat, reperta in ea est ascensio columnae ad 0,580 M. 0,623 M. et 0,656 M. In hoc animali venam jugularem atque brachialem simul investigavimus.

Vena jugularis	Vena sub ipsa cute jacens quae ut in ea praeparanda post mortem canis intellectum est, nutriam venam et multos musculorum ramos excepit
0,110 M.	0,164 M.
0,117 M.	0,153 M.
0.126 M.	0,143 M.
	0,174 M.
	0,194 M.
	et cum brachium concuteremus
	0,237 M.
	0,247 M.

Utramque summam satis congruentem videmus. Utraque vice in venis ex eodem genere retis capillaris provenientibus differentiae maximae inveniebantur; apertum igitur est, interpretationem diversarum altitudinum quam supra diximus non rectam esse. Pressio igitur musculorum contractorum tantummodo causa illius magnae altitudinis in vena crurali fuisse potuit. Hoc eo demonstrari potest, quod animali ad motiones coacto columna in crurali semper valde ascendit, et tum quidem pro ratione maxime si membrorum concussione contractionem localem efficiebamus in qua re simul majores respirandi contentiones omittebantur.

Si vero cogitamus quid musculorum contractiones efficere possint, iterum elucet, has tantum per momentum, neutiquam vero durantem vim efficere posse. Musculi, ut per se intelligitur, pressione laterali tantum vim suam exercere possunt; hac pressione laterali vero fluidum, quod in venis continetur, in utramque partem pellitur. Fluidum igitur quod ea venae parte cor versus sita continetur, flumen exauctum habebit. Cum vero hac pressione item in id fluidum, quod a corde ad peripheriam porrigitur, vis exerceatur, etiam perspicuum est, hac ipsa pressione flumen capillarium retardari quoque posse. Sive propter vim musculorum, qua quaeque musculorum contractio certis tantum rationibus perdurat, sive haec ipsa retardatio sanguinis causa remittentis contractionis fiat, ut paucis absolvam, musculorum contractio post breve tempus remittit, et nunc vena a capillaribus fluido repletur. Hoc momento certe sanguinis columna cor versus collocata minus premitur, aut aliis verbis post quamque remissionem fluidum manometri maxime delabi oporteret. Hoc tamen non fit, et causa hujus rei ea tantum ratione quam supra attigimus contineri potest (v. pag. 14). Quemadmodum autem ea pars venae, quae a valvula ad capillaria porrigitur

et ab ea a valvula ad haemadynamometrum et sanguine repleta separata est, sanguine repletur, sic nova musculorum contractio aliquid sanguinis supra valvulam pellit, et sic porro dum ejusmodi altitudines in haemadynamometro efficiuntur, quales modo cognovimus. Quae deduximus praecipue ascensione paullatim una cum pulsu facta comprobantur. Ad hanc rem infra redibimus. Ut sententiam nostram plane veram esse probemus, ostendamus tantum necesse est, re vera valvulas venarum talem pressionem sustinere posse, quin inflectantur; ad hanc rem probandam argumentatione usi sumus aeque simplice quam dilucida, quae praeterea ad demonstrandum apta erat, ut venarum valvulae re vera his viribus fungerentur. Licet enim tota constructio et collocatio valvularum functionem a nobis dictam spectet et quamquam omnes anatomi has functiones iis tribuebant, singulae tamen res et in nostris experimentis et in iis Poiseullei inveniebantur, quae huic sententiae repugnare videbantur. Qui enim numeros nostros modo positos inspicit in his passim inveniet, columnam, postquam altitudinem quandam assecuta est, subito aliquantum delapsam esse. Quod non saepe accidere potuisset, nisi sanguis venarum defluxum quendam accepisset. Ad inveniendum quantum defluere possit, experimentum contrarium instituebamus, i. e. haemadynamometrum tubulo insertum, epistomio nondum aperto, usque ad certam altitudinem fluido replevimus, et quidem ad majorem altitudinem quam dictis experimentis acceperamus. Simul aptum esse nobis videbatur, tantum venas arctioris luminis ad haec experimenta eligere.

Instrumentum in venam brachialem canis mediocris magnitudinis inserebatur. Post vehementes canis motiones fluidum altitudinem 0,480 M. assecutum est. Manometrum evacuatum et denuo insertum, postquam coagulum non ad esse

nobis persuasum est, ad 0,685 replevimus. Fluidum ejus, operto epistomio delapsum est, ad 0,588. Fluidum igitur 0,108 M. altioris erat quam antea ascensione cognoveramus. In eadem vena idem experimentum repetivimus, atque differentias majores etiam inveniebamus. Fluidum primum ascendit ad 0,129 M. et cum in crure motiones efficeremus, prodiit in quaque motione ascencio per intervalla ad 0,332. Cum deinde cautione supradicta manometrum exacuatum ad 0,777 M. inplevissemus, paucis tantum metris fluidum descendit.

Ex his experimentis perspicue elucet, valvulas re vera quominus fluidum recedat impedire. Causa vero, quod fluidum nihilominus et perpendiculari manometri crure sub bonis conditionibus paullulum decedat in extensione membranarum venae et praecipue instructione valvularum quaerenda.. Fluidum eo majori gradu delabetur quo magis marsuprium valvulae et quo arctius crus perpendiculare manometri est.

Quales errorum fontes in Poiseuillei methodo lateant facile intelligimus. Infra ostendemus ad quas pravas sententias hic insignis physicus physiologicus perduci se passus sit..

Postquam igitur pravitatem Poiseullei methodi monstravimus ad novam viam inveniendam progredi nos necesse erat. Praeceptori meo Dr. C. Ludwig novam methodum debeo, quae omnes virtutes accuratioris mensionis cum ea Poiseullei communis habet, simulque ejusdem vitia simplicissimo modo plane evitat. Methodus haec est.

Utebamur scilicet haemadynamometro Poiseuillei quod vero ita inserebamus in venam, ut flumen sanguinis id praeterfluere posset; quod fiebat hoc modo: fini angustiori tubae concidis quae epistomio claudi potest, parvus cylindrus cavus, in cujus superficie meatus cochleae adhibentur, ferruminatus est. Finis parvi cylindri formam cylindricam relinquit et speciem quadrilateram prismaticam adsumit, cui fin

libero tubulus parvus ferruminatus erat, qui axi longitudinari longioris tubuli axim, cui ferruminatus erat, secuit. Hujus minoris tubuli alter finis clausus erat; utrumque cavum et minoris et majoris tubuli inter se communicarunt, quod quidem sub angulo fiebat. Praeterea notandum est, quod planities minoris transversi tubuli ad majorem tubulum conversa segmentum paullo majoris cylindri, et planities ad alteram partem conversa segmentum minoris cylindri erat, ita ut igitur superior pars cylindri, segmentum majoris cylindri, inferiori parti, segmento minoris cylindri praemineret. Super minoris cylindri cochlea movetur longa matrix, intra quam super laevi parte minoris cylindri tubularis autem alter cylindrus tegens (Hülse) aëri non pervius, qui usque ad inferiorem tubulum transversum porrigebatur, quin tamen ut in eo jacens cylindrus parvum locum prismaticum ostenderet. In inferiore parte cylindri obtegentis parva lamina est quae, superiori majori segmento cylindri transversi plane respondet. Hoc instrumentum parvum in vena inseritur. Pars venae longitudini cylindri obliqui respondens nudatur et pro ratione longitudinis hujus partis sanguine liberatur, atque ab hac parte compressa venae in superiore et inferiore parte sanguis arcetur. Quo facto secundum longitudinem vena inciditur, ita ut incisio paullo longior quam dimidium cylindri transversi fiat, per quam hic cylindrus ita inseritur, ut ejus ostium ad capillaria spectet. Tum cylindrus ita collocatur ut parva pars prismatica mediam incisionem percurrat; quo facto cylindrus tegens (Hülse) cum lamina in inferiore ejus parte ferruminata tubulo minori affigitur. Hoc modo partem membranae venae incisae cylindro obliquo et lamina tegente includitur, ita ut ne minima quidem sanguis copia ex incisione effluere possit. Intra vas venosum autem illud parvum cylindri obliqui ostium et quidem ad capillaria

conversum, est. Vera emolumenta, quae hoc applicatione haemadynamometri assequimur perspicua sunt. Nunc enim haemadynamometrum in ea parte apertum est, a qua flumen accurrit, ideoque igitur omnem vim quae ab hac parte affluit emetiri poterit. Illi proprium vero emolumentum id est, quod hoc modo inserendi tubuli (Canule) lumen venae non occluditur, ita ut nunc etiam flumen liberum existere possit. Lector attentus meminerit, hoc ipsum in Poiseullei methodo improbandum esse.

Finita methodi descriptione, nonnullas cautiones dicemus, quae si collocentur, pretium methodi, nostrae valde adaugebunt. Quamque enim solutio NaO CO_2 adhibetur, saepius tamen coagulatio sanguinis occurrit. Optime impeditur hoc modo: insertum enim tubulum solutione NaO CO_2 impletur. Deinde haemadynamometrum eidem infigitur, quod jam ad 0 gradum solutione NaO CO_2 impletum est. Postquam insertum est, solutio NaO CO_2 affunditur, ita ut eum gradum scalae paucis gradibus superet, qui similibus casibus summi prodierant. Epistomio tum aperto fluidum in venas fluit. et cum pressione sanguinis aequilibriter collocatur et tum demum ludus fluctuationum incipit, quem infra afferemus. Propterea eo coagulatio facilius impeditur, quia tubulus (Canule) nunc plane solutione NaO CO_2 refertus est, quid praeterea numquam totus repletur. Praeter dictum emolumentum id quoque assequimur, quod tubulus manometri sero demum sanguine repletur. Si enim haemadynamometrum usque ad 0 gradum tantum solutione NaO CO_2 impletur in quaque ascensione sanguinis copia tubulum intret necesse est, eademque solutione NaO CO_2 altius adscendente brevi crus haemadynamometri descendens intrat. Quo autem facto mensio valde incerta, quia nunc plane alius 0 gradus observandus est, cum in cruribus manometri fluida imparis

ponderis specifici inveniuntur. Si quis cautionibus a nobis propositis obsequitur, intelliget, plerumque quadrantem horae durare, priusquam illud accidat, tempus, quod ad observandam satis longa est.

In hac methodo vitari non potest, quin bullae aëreae, quae adeo in maxima cautione in apparatu inveniuntur venis impelluntur; nos tamen nunquam detrimentum quoddam inde perspeximus.

Porro altitudo principalis 0 gradus (ursprünglicher Stand des 0 Punkts) momenti est. Cum, ut per se intelligitur, animali non semper ea positio dari possit ut crura fluidi haemadynamometri in 0 gradu, qui in instrumento notatus est, cernantur, experimento finito semper 0 gradus quaerendus est. Simplicissimo modo ita fieri potest, ut experimento absoluto et epistomio clauso haemadynamometrum in tubulo paullum solvatur. Fluidum tum ex hoc ostio usque ad 0 gradum effluit.

Denique per se necessarium est, ut socius isque cautissimus venam, in quam tubulus insertus est, custodiat, quia praeterea distractiones ejus et obstructiones tubuli necessario acciderent, quo certe maximi errores summae repertae oborirentur.

II.
Experimenta, methodo perfectiori facta.

Jam sequuntur experimenta ope instrumenti supra descripti, quum satius videatur, antequam inquirimus et concludimus, nonnulla ex nostris experimentis methodo perfectiori factis adducere.

Exper. I. Canis magnitudinis mediae:

Vena jugularis. Implevimus tubulum antequam epistomium aperiretur usque ad 0,658 M. Sub vehementi clamore fluidum cecidit usque ad 0,550, et quum hic per momentum substitisset, paullatim descendit ad 0,125, adscendit ad 0,136; 0,158; 0,169; 0,180; et rursus descendit ad 0,158; 0,147; 0,125; 0,114; rursusque adscendit eadem serie, qua antea. Hae mutationes scalae neque pulsationibus cordis, nec inspirationi aut exspirationi.

In eodem animali statim postea: Vena cruralis. Manometrum ante apertum epistomium impletur ad 0,837 celerrime descendit ad 0,310. Verisimiliter propter magnam copiam solutionis NaO CO_2, quod in venam pervenerat, animal vehementer clamare et moveri coepit; scala celeriter adscendit ad 0,626 et descendit, quum animal quiesceret celeriter ad 0,332. Hanc altitudinem obtinuit fluidum per longius tempus, non tamen omnino stabile fuit, semper enim observavimus minores oscillationes, quae erant 0,005 M., et quidem quavis inspiratione columna adscendit 0,005 M., et quavis exspiratione rediit ad altitudinem 0,332 M.

Quodsi vehementes musculorum motiones tantam mutationem altitudinis haemadynamometri protulerunt, id quoque pressione in femur ope manus facta fieri debuit. Itaque femur inter digitos compressimus et jam columna adscendit ad 0,528 M. et continuata pressione fluidum adscendit ad 0,941. Remota autem manu columna etiam rursus descendit ad 0,364 et hic oscillationes respirationis supra dictos ostendit.

Exper. II. In cani secundo invenimus

a) vena jugularis. Manometrum repletum ad 0,321 M. cito descendit ad 0,147 M. et ascendit sub minimis oscillationibus respiratione factis ad 0,221 M.

b) tum experimentum fecimus comparativum venae jugularis et brachialis in eodem animali. Hi inventi sunt numeri. Omnem mutationem altitudinis interea observatam apponimus.

Vena jugularis.	Vena brachialis.
1, 0,126 M.	0,168 M.
2, 0,131 M.	0,173 M.
3, 0,158 M.	0,179 M.
4, 0,163 M.	0,190 M.
5, 0,168 M.	0,190 M.
6, 0,179 M.	
7, 0,174 M.	0,201 M.
8, 0,163 M.	
9, 0,158 M.	0,201 M.
10, 0,166 M.	
11, 0,171 M.	
12, 0,174 M.	0.205 M.
13, 0,185 M.	
14, 0,207 M.	
15, 0,218 M.	
16, 0,196 M.	0,205 M.
17, 0,185 M.	

Mutationes altitudinis majores hic observatae nec cum motionibus respirationis nec multo minus cum pulsatione cordis congruerunt, uti ex serie sequenti apparet, quam imprimis notavimus.

Vena jugularis.

0,185 M.	inter hanc ascensionem paullatim factam 15 inspirationes et exspirationes.
0,190 M.	
0,196 M.	
0,107 M.	

Exper. III. In tertio cane

a) vena cruralis. Manometrum repletum ad 1,057 cito descendit ad 0,226 et deinde ad 0,150. Ubi cum aliquamdiu stetisset adscendit ad 0,150 et ascendit ad 0,246 et denique rursus ad 0,301 et iterum descendit hac ratione:

cito ad 0,181 M.	inter hanc descensionem 20 inspirationes et exspirationes.
0,163 M.	
0,174 M.	
0,185 M.	
0,196 M.	
0,131 M.	

Quo facto quum vehementissimos motus respirationis in animali provocaremus, in quibus tunc femur casu quievit, parvae tantum oscillationes apparuerunt eaeque ascensione 0,005 M. quavis inspiratione, et descensio tanta quavis exspiratione. Postquam hoc abquamdiu duravit animal subito motionem muscularem femoris fecit, eodemque momento columna ascendit ad 0,258 M.

b) Statim post hoc experimentum venam jugularem exploravimus. Columna manometri primo ad 0,625 repleti cito descendit ad 0,172 et tum tarde ad 0,043; hac altitudine etiam motiones vehementes inspirationis et exspirationis nil

mutarunt. Post aliquod tempus columna ascendit ad 0,090 M., rursusque descendit 0,043.

Exper. IV. In quarto cane haec inventa sunt.

a) Vena cruralis. Manometrum ad 0,513 repletum cito descendit ad 0,232, in quiete tum descendit ad 0,157; hac quoque altitudine ascendit quavis inspiratione ad 0,012 M. et descendit quavis exspiratione tantisper; attamen antequam columna in hanc altitudinem descenderat influxus respirationis paullo aliter sese habuit; namque inter inspirationem adscensio nova haud apparuit, descensio vero semper aliqauntulum substitit. Attamen quum contractio muscularis rursus adscensionem columnae afferret, inter hanc ascensionem omnino nullae respirationis oscillationes observatae sunt.

Jam quo accuratius causam ascensionis inter inspirationem cognosceremus abdomen animalis pressimus quum altitudo 0,157 esset. Hoc momento columna ascendit ad 0,296.

b) Statim postea vena jugularis explorata est; in hac altitudo erat inter 0,048 — 0,080. Quaevis harum altitudinum semper quidem diutius est servata. Hoc tempore semper minores mutationes columnae apparuerunt, quae motionibus respirationis responderunt, et quidem columna descendit proportione vehementiae inspirationis 0,002 — 0,005, quum inter exspirationem tantisper adscenderet. Jam ne de causa hujus ascensionis dubii maneremus, thorace vehementer presso columna ascendit ab 0,080 ad 0,133 M.

III.
Quaenam sunt vires, quae sanguinem venae propellunt.

Post haec experimenta praecipue inquiramus, a quibusnam viribus circuitus sanguinis in venis maxime pendeat, et quaenam tantum modificando in eum agant.

a) Nun primariae conditiones circuitus sanguinis venosi sunt contractiones musculorum et motiones organorum respirationis.

Ex nostris experimentis apparet, sanguinem in venis etiam sine auxilio musculorum circumjacentium organorumque respirationis moveri. Causa, qua sententia probatur, est, quod etiam perfecta quiete musculorum atque omni tempore omnique ratione motionum respirationis columna nostri manometri ad certam altitudinem tolleretur. Attamen duae actiones vehementer agunt in circuitum venosum, nominatim ea musculorum, quam merito vim auxiliarem circuitus intra venas valvulosas nominare possumus, praecipue ubi contractio musculorum non perdurat. Contractio vero musculorum munus modo dictum male expleret, si venae valvulis carerent. Quae omnia cum notissima sint ampliori expositione non est opus.

Respiratio duplici modo agens cogitari potest, priorem actionem praecipue Barry alteram Poiseuille ostendit. Primo modum Barryi secundum nostra experimenta judicemus. Constat hanc ejus esse sententiam, motum fluminis venosi maxime ita effici, ut ope mechanismi inspirationis

sanguis in pectus sorbeatur.* Poiseuille jam fusius eum refutare conatus est, ejusque argumentorum contra Barry prolatorum majori parti assentiamus necesse est. Apparet enim ex experimentis Poiseuillei influxum inspirationis praecipue tantum ad venas magnas cordi proximas pertinere, a thorace remotiones extremitatum superiorum et capitis autem sub valde parvo aut omnino nullo earum influxu esse, praeterea vim sanguinem venosum essentialiter agentem adesse, quae sanguinem unice in radicibus venarum agat. Experimenta nostra confirmant ab alia parte experimenta Poiseuillei, quum per ea sese ostendat, hanc vim etiam in magnis venis juxta vim sorbendi pectoris adesse. Ne minus recte intelligamur paullo amplius hoc loco quaeramus, quomodo hoc experimentis nostris fiat. Uti apparet ope nostri instrumenti, quum ostio suo non versus pectus sit directum, totus sorbendi effectus pectoris mensurari potest, si uti re vera est sanguis vi quadam ab aliis fontibus pendente a capillaribus versus cor fluit. Hoc enim casu, si vis haud a respiratione pendet, omni tempore agit, ergo sanguinem uti versus cor ita etiam versus tubulum nostrum omni tempore agit. Jam si vis sorbendi per cavum pectoris fit, hoc est, si pressio aëris in cavo pectoris minuitur dum in parietes venarum extra eadem maneat, quaeritur, num differentia utriusque pressionis sit major aut minor, quam vis, quae sanguinem initio agit; quod si posterior major est quam prior, motione inspirationis nulla descensio, si minor descensio locum haberet, descensio, quae aequalis est differentiae inter magnitudinem actionis sorbendi et magnitu-

---

* Poiseuille sur les causes du mouvement du sang dans le veines. Magendie Journal de Physiologie, tome X 1830. pag. 278.

dinem vis a principio agentis. Hoc eo clarius patet, quo magis sectio transversa cruris manometri perpendicularis tanquam pars extrorsum versa parietis venarum cogitatur. Quod si ponimus, nullam vim propriam agere in flumen sanguinis venosi, sed illud tantum per pectus aspirari, necessario, quaecunque sint ceterae nostrae inmissiones inter inspirationem descensio fieret, quae toti differentiae inter utranrque pressionem admosphaerarum in pectore et pariete laterali venarum respondeat, dum in exspiratione columna omnino quieta maneat.

Si vero experimenta nostra explorantur, perspicuum est, facta rationem ostendere, quae priorem harum suppositionum desideret.

Uti apparet confirmare debemus in magnis venis praeter vim originariam a tergo agentem etiam vim sorbendi adesse. Mensura autem magnitudinis effectus sorbendi experimenta nostra nullo modo esse possunt. Experimenta Poiseuillei aptiora ad hanc rem sunt quam nostra, quum in ejus modo inmittendi tubuli vis a tergo esset sublata. Fortasse tamen numeri Poiseullei secundum praestantia experimenta Ekeri * de influxu inspirationis justo minores habendi sunt.

Vim sorbendi atrii, cui Wedemeyer et Zugenbuhler tantum momentum tribuerunt, nunquam in nostro manometro confirmatam vidimus. Nihilo tamen secius fortasse interdum non sine omni actione est. Hanc sententiam sub conditionibus tantum affirmantem nobis obtulit observatio, quam bis in vena brachiali fecimus. Namque, quum hanc nudavissemus, in ea undulatio pulsationi cordis respondens apparuit et quidem parva intumescentia intra systolem et parva

---

* A. Eker Ueber die Bewegungen des Gehirns und Rückenmarks. Stuttgart 1843.

coarctatione intra diastolem. Hac tamen oscillationes diametri venae paullulum tantum apparuerunt, aliisque casibus hoc phaenomenon omnino abfuit.

Jam si omnia haec momenta per se non sufficiunt ad flumen venosum conservandum re vera alius fons actionis, quae flumen venosum propellit, adesse debet, vis quae independenter ab iis, quas modo diximus agit. Hanc uti constat in parietibus venarum ipsis modo in systemati capillari, modo in vi cordis quaesiverunt.

Prima harum opinionum, quid parietes venarum nominatim valvulae sint causa vis fluminis intra venas, recentiori tempore magis quam antea disquisitionem desiderare videtur. Nam recentiori tempore motio spontanea parietum venarum earumque contractilitas est probata, et quidem ope disquisitionis microscopicae quam experimentorum. Respecto horum experimentorum lectorem amandamus ad anatomiam generalem Henlei, uti breviter conjunctae leguntur. Nostra experientia edocti ipsi quoque contractilitatem venarum admittimus, quum nos quoque samper post irritamenta mechanica contractionem venarum observaverimus. Multis venis animalium vivorum nudatis semper vidimus, filo uni earum inducto venaque leviter coarctata semper diutius coarctationem ligationi respondentem venae remanere, quamvis flumen venarum postea rursus cum omni sua vi flueret, ita ut supra et infra hanc coarctationem vena uberrime esset repleta. Sed haec ipsa ration contractionis nobis plane persuasit, parietes venarum causam essentialem circuitus sanguinis in venis esse non posse. Nam primo levior est vel in irritamenta, quae vehementissimis adnumeranda sunt, quam ut vi ita provocata magna copia sanguinis in vena contenti cum celeritate, quam re vera habet, possit moveri. Deinde autem sane etiam contractio parietis venae, si omnino majoris momenti

esset, flumen sanguinis versus omnes directiones axis longitudinalis venae i. e. sursum et deorsum inde a loco contracto provocat atque sic, etsi non motionem sanguinis venosi efficit, tamen circulum sanguinis sic dictum interpellat.

Jam si secundum ea, quae diximus, aptitudo, et structura anatomica actionem essentialem parietum venosorum refutat, semper tamen fieri potuit, ut modificando in circuitum venosum agerent. Quodsi fieret, inde tantum, uti diximus, fieri potuit, quod parietes venosi in contenta premerent. Hoc posito sane (tertium dogma Newtonii) sanguis rursus parietes premere debuit. Disquisitionibus Spengleri facili negotio pressionem in parietes vasorum definire possumus; igitur via directa fieri potest, ut hoc quoque exploremus, num parietes venarum effectum activum in circuitum habeant.

Quum procedenti modum a Spenglero indicatum adhiberemus, invenimus:

Exper. V. Vena cruralis. Post insertionem lateralem fluidum descendit 0,089 sub 0 gradum. Patet igitur, pressionem sanguinis in parietes non adfuisse, contra fluidum etiam effectum sorptorium in sanguinem in venis contentum exercuit. Hoc autem, uti in hydraulice docetur, semper fit, ubi fluidum fluens nullam omnino pressionem exercet, ut ex tubulo haud contra directionem fluminis inmisso, fluidum sorbeat.

Exper. VI. Vena cruralis. Immissione laterali fluidum descendit 0,021 M. Effectus idem.

Observandum, in hoc experimento nos omnem curam in situ venae posuisse. Simulac enim impedimentum fluminis inter tubulum (Canule) et cor obvenit, ascensio in tubulo locum habet.

Exper. VII. Vena jugularis. Descendit 0,166 M. sub 0 gradum, impedimento inter thoracem et tubulum inmisso fluidum ascendit 0,022 super 0 gradum.

Omnia haec experimenta congruentia egregie demonstrant, relationem parietis venarum ad flumen venosum, demonstrant, nullam omnino actionem parietum in flumen venosum locum habere, ubi sanguis sine impedimento in eis fluere potest; simulac autem impedimentum in flumine venoso accedit, statim etiam effectus eorum in flumen obtinebit.

Ex hac sententia simul sequitur, flumen ordinarium in venis essentialiter flumini in tubulis puteorum nostrorum simile esse, et omnino a ratione fluminis in arteriis discedere.

Altera sententia, quae parietibus venarum effectum essentialem in flumen sanguinis venosum tribuit, ea est, ex qua valvulae praecipue motum sanguinis venosi excitent. Haec sententia ea re sustentatur, quod valvulae ita positae sunt, ut actionem hujusmodi juvare possint. Nam quando haec marsupia undique coarctantur, sanguis in iis contentus versus cor propellatur necesse est. Quum vero marsupia, quamvis texturam ligatoriam contractilem habeant, hanc minori copia, quam parietes venarum contineant, necessario effectus contractionis eorum minor esse debet quam parietum lateralium. Jam si haec propter debilitatem nullam actionem in motionem exercere potest, hoc etiam multo minus in illis fieri potest. Sin vero ageret, circuitus sanguinis in venis pulsatim sequeretur, quod, uti inter omnes constat, non fit.

Itaque etiam valvulis nullum momentum sanguinem venosum movens tribuere possumus.

Influxus vasorum capillarium in circulationom pariter duplici forma propositus est.

1. Influxus contractione capillarium.

2. Influxus attractionis et repulsionis sanguinis a substantia capillarium.

Quod primo attinet ad contractionem et expansionem capillarium, re vera, uti disquisitiones microscopicae scholae Muellerianae monstrarunt, raris tantum casibus et tantum in certa irritamenta apparet, neutiquam vero continue variant uti in circuitu sanguinis requireretur. Jam si paullulum reputamus, quibusnam conditionibus circuitus hac contractione juvari possit, statim apparet, non solum lusum variantem contractionis et relaxationis solum sufficere hoc proposito, sed hoc tantum motu peristaltico, atque hic numquam serio prolatus est. Haec argumenta, quae fusius jam alio loco dicta sunt, nisi fallimur jam diu numerum sectatorum opinionis modo memoratae valde minuerunt.

Alter modus opinionis capillaria vim essentialem exercere, nisi fallimur praecipue inter practicos magna gaudet auctoritate, quum semper specie phaenomenis inflammationis ad hanc opinionem sustentandam cogantur. In praesentia tantum de rationibus physiologicis loquimur et aperte monstrare nos posse speramus, influxum attractorium et oppulsivum a capillaribus haud exerceri.

Quodsi omnino attractio locum habet, haec a parietibus capillarium aut a substantia circumjacente exerceri debet, hoc casu necessario flumen sanguinis acceleratum in capillaria penetrat. Jam si sanguis rursus ex capillaribus removendus est, aliquo loco rursus repulsio sanguinis attracti locum habeat necesse est, et quidem haec rursus ex iis locis, in quos sanguis est attractus. Patet, hanc directione directa sequi, ergo versus centrum diametri vasorum capillarium. Verum ubi ab omnibus partibus diametri circuli particulae sanguinis repulsae conveniunt, inde necessario motus in diagonalibus sequitur et quidem quadam cum parte totius vis repulsivae, pari parte tam versus arterias quam versus venas. Apparet, etiamsi ita acceleratio sanguinis ex capillaribus ver-

sus venas efficeretur tamen tantisper sanguinem in arteriis retardari. Quantum igitur virium accederet, tantum rursus amitteretur. Causa igitur, propter quam totam hanc opinionem proposuerunt, nimirum vim cordis non posse sanguinem per capillaria propellere, secundum necessitatem physicam omnino evanescit. Adde, quod necessario tota haec motionis ratio haec pulsatio sanguinis a parietibus versus centrum vasis in singulis particulis sanguinis una conjectis et accumulatis appareret, quod nullo observatori, opinioni superiori vel maxime addicto obvenit, rursus etiam experientia et observatio physica hanc opinionem refellit.

Restat igitur denique censura opinionis, vim cordis causam primariam fluminis in vasis venosis esse.

Omnes observationes theoreticae de hac re inutiles videntur, antequam accuratam proportionem pressionis, quae in utroque sanguines genere obvenit, ante oculos habeamus. Qua de causa definitiones comparativas adhibuimus easque ita, ut arterias et venas respondentes ejusdem animalis diversis partibus experimento subjiceremus.

Exper. VIII. Hic in seriebus numerorum, pressione aquae computatis et omni correctione in iis facta, invenimus.

Art. carot. dextra	Exspir.	— Inspir.	Vena jug. externa sinist.
	2,338		0,179 M.
	2,637	1,794	0,105 M.
	1,955	1,456	0,094 M.
	2,225	1,685	0,294 M.
	2,810	1,955	0,305 M. 0,178 M.
	2,225	1,955	0,157 M. 0,105 M.

[...]i numeri, praesertim postremus, saepe [...]dierunt deinceps. Indicant hi numeri Mutationes in gradibus manometri in ve-

maxima intervalla inter exspirationem et inter inspirationem. Pulsationes cordis, quum columna in exspiratione ascenderet, oscillationibus 0,053 M. observabantur. In intervallis tamen, quae post omnem motionem exspirationis in motionibus respirationis fiebant, donec tandem rursus motio inspirationis accederet oscillationibus, quae plerumque 0,266 erant.

nas immissi semper adeo sequebantur paullatim, ut de mutatione pulsationis cordis omnino cogitare non posset.

Exper. IX. Canis.

Alio casu sese obtulit carotis communis sinistra.

Exspir.	Inspir.
2,550 M.	
2,678 M.	
3,061 M.	
2,550 M.	2,295 M.
3,061 M.	1,273 M.
2,806 M.	1,374 M.
3,828 M.	1,273 M.
3,061 M.	1,428 M.
2,806 M.	1,273 M.
2,550 M.	2,295 M.
3,317 M.	1,017 M.

Haec series variationum quadrarum cum pulsu cordis, observationesque praesertim tempore intervallorum respirationis factae sunt.

Inter motiones respirationis oscillationes a pulsatione cordis pendentes multo minores fuerunt, quum in ascensione inter exspirationem columna tantum 0,266 M. diastolem descenderet.

Hae maximae oscillationes, in cane omnino abnormes hac vice numerationem accuratam tempore comparantem removeverunt; suffecit nobis, quod omni contentione numeros memoratos obtinuimus. Fere eodem tempore, quo hos numeros in vena jugulari sinistra haec invenimus.

Vena jugularis sinistra. Manometrum impletum ad 0,284 M. descendit ad 0,084, ascendit ad 0,116; descendit ad 0,063; 0,052; ascendit ad 0,084; semper altitudo in tali numero diutius permansit et quavis inspiratione descendit 0,005, quavis exspiratione ascendit 0,005. Inter vehementes motionis inspirationis columna ascendit ad 0,126 et inter clamores ad 0,336 M.

Quemadmodum diximus, numeri non absolute iis in arteria respondent, qua de causa eos non juxta posuimus. In universum tantum ejusdem sunt temporis.

Exper. X. Canis.

Carotis dextra.		Jugularis sinistra.
Exspir.	Inspir.	ad 0,100; 0,089; 0,078 M.
2,146 M.	1,720 M.	0,072; 0,035 M.
2,146 M.	1,593 M.	
1,720 M.		0,063 M.
Oscillationes pulsus in intervallis respirationis Systole	Diastole	
2,146 M.	1,212 M.	0,073, 0,027 M. cum oscillationibus respirationis consuetis.
1,976 M.	1,465 M.	

Hi quoque numeri aliquatenus tantum tempore sibi respondent; utrique eodem temporis momento sunt collecti.

Haec data quum nobis praesto sint, sperare licet fore ut quaestionem supra memoratam cum aliquo successu solvamus. Antequam vero hoc facimus, rationem fluminis in utroque genere vasorum, praecipue vero comparabilitatem numerorum in utroque inventorum spectemus necesse est.

Constat nostrisque numeris iterum confirmatur, flumen arteriarum serie definite necessarioque redeunte diversissimis viribus pressionis expositum esse; videmus serie definite necessarioque redeunte pulsatione cordis et motione exspiratio-

nis, vim propulsantem, cui sanguis subjicitur, admodum auctum, dum diastole cordis et motio inspirationis valde minuitur. Quod si vero flumen vasorum venosorum inquiramus, in hoc nunquam ejusmodi mutationes vis fluminis adesse invenimus, quales in arteriis contractione cordis effectas habemus.

Hoc ita esse, jam Haller ex disquisitione microscopica capillarium conclusit, in quibus sanguis statu normali nunquam ex intervallis acceleratum fluat. Opinio ejus in physiologia auctoritatem adepta esse videbatur, donec Poiseuille suis disquisitionibus ad speciem accuratissimis opinionem Halleri evertere conaretur. At vero jam supra monstravimus, illum hoc ideo fecisse quod methodo inquirendi vitiosa usus est, nequamquam autem quod re vera in venis flumen imminutum et auctum sese ostendit. Hoc eo magis dicere possumus, quod, quoties procedenti modum Poiseullei adhibuimus, et praesertim quando manometrum venis musculorum immisimus, plane eandem summam nacti sumus. Neutiquam vero vidimus, etiam adhibito Poiseuillei methodo, ejusmodi accelerationem systolae cordis respondentem interpellatam in venis, quae pressioni musculorum minus expositae erant, uti in vena jugulari externa. Jam vero Poiseuille, id quod in experimentis ejus expressis verbis notatur, venas tantum extremitatem hoc puncto exploravit, venas, in quibus fontes errorum jam prima parte nostrae dissertationis memoratae maxime valent. Magis etiam quam haec omnia absentiam accelerationis fluminis venosi inter systolen cordis probant cuncta nostra experimenta methodo perfectiori facta, in quorum nullo rationem a Poiseuilleo propositam vidimus.

Multo difficilior quam haec res, primo obtutu quaestio esse videtur, an per capillaria momentum motionis exspira-

tionis et inspirationis valeat, id est, an inter quamvis inspirationem retardatio, inter quamvis exspirationem auctio fluminis fiat.* Poiseuille primus est, qui hanc sententiam proposuit, et sane seriem numerorum ad eam probandam adnotavit. Praeter Chassaignac ** veritatem hujus sententiae nemo impugnasse videtur. Hic in cane experimenta Poiseullei repetiit invenitque, columnam manometri modo, non exspirationi, sed motionibus musculorum respondente, tolli. Plane eadem data nos quoque reperimus, tam adhibita methodo Poiseuillei quam nostra. In respiratione tranquilla ne uno quidem casu oscillationes vidimus, quae ob consecutionem temporalem cum illis, quae in arteriis occurrunt, comparari possent. Lectorem attentum hoc non praeteriisse censemus in numeris hoc probantibus, jam saepius praeprimis notatis. Poiseuilleum in errorem inductum esse patet motionibus musculorum late extensis, quae fere semper motiones respirationis animalium arcte ligatorum concomitantur.

Negare tamen nolumus, quando motiones respirationis diu continueque locum habuerint atque sic augmentum universale vis mediae in arteriis agentis effecerint, in venis etiam flumen auctum inveniri.

Jam haec sententia, oscillationes magnitudinis fluminis arteriarum pulsationibus cordis motionibusque respirationis effectas non in venis occurrere, re vera non amplius tam mira est, quam Poiseuilleo esse debebat. Dispuisitiones Spengleri probarunt, magnitudinem differentiarum hac

---

* Per se patet, hoc loco sermonem esse nonnisi de oscillationibus, quae ictu a tergo fiant, nequaquam vero de momentis respirationis jam supra memoratis.

** Chassaignac de la circulation veineuse. 1836.

actione provocatarum in vi fluminis arteriarum versus peripheriam, versus capillaria tantis proportionibus decrescere. Ille, perinde ac Poiseuille semel invenerat, saepius * observavit, in arteriis minoribus momenta respirationis fere omnino non amplius animadverti, in minimis vero arteriis mensioni subjectis interdum plane (Pediaea in equis) evanuisse. Atque similia motionibus respirationis, etiam in oscillationibus, contractione cordis effectis, occurrunt.

Ex his disquisitionibus patet, quam caute comparationes numerorum, qui pressionem utrique flumini sanguinis incumbentem indicant, institui debeant.

Quod attinet ad ipsos numeros, omnino in utroque flumine neutiquam celeritatem exprimunt, sed tantummodo altitudines pressionis fluminibus incumbentis, quae tamen ob multa impedimenta, flumini sanguinis obstantia, nequaquam celeritatem iis propriam nanciscuntur, uti praesertim de arteriis constat. Denique etiam notandum, differentiam utrorumque numerorum omnino non esse expressionem virium in capillaribus consumtarum. Namque secundum Spenglerum jam intra arterias usque ad capillaria magnae vires amittuntur; similis imminutio, sane aliis causis effecta, etiam in venis parvis locum habere debet, adeo ut utrumque momentum ad minuendos numeros arteriarum, a nobis observatos, valeat.

Secundum numeros, in observatione indicatos, altitudo pressionis in arteria carotide agens, ad eam, quae in vena jugulari exstat, sese habet, ut **

---

* Sur la force du coeur aortique Magendie journal de Physiologie. T. VIII. P. 295.

** In numeris proportionalibus hic allatis omnes praetermisimus supra datas, in quibus manifesto effectum musculorum in flumen venosum animadvertimus.

Vid. Exper. VIII.

Vena jugularis.		Arteria carotis Exspir.	Arteria carotis Insp'r.
1	:	13,1	10,0
		25,1	17,0
		20,8	15,2
		23,7	17,9
1	:	15,7	10,9
1	:	14,1	12,4
		21,1	18,6

Vid. Exper. IX. His in observationibus quum non habeamus numeros absolute sibi respondentes, nonnisi summas altitudines in venis cum summis in arteriis, atque pariter medias et infimas ambarum considerare possumus

Vena jugularis.			Arteria carotis Systole	Arteria carotis Diastole
Altitudo summa utriusque	1	:	33,0	
,, media ,,			33,4	
,, infima ,,			49,1	
Altitudo summa utriusque	1	:		19,7
,, media ,,				15,1
,, infima ,,				19,7

Vid. Exper. X.

Altitudo summa utriusque	1	:	21,4
,, media ,,			27,0
,, infima ,,			63,7
Altitudo summa utriusque	1	:	17,2
,, media ,,			20,0
,, infima ;;			44,9

Hos numeros si contemplamur, primo obtutu patet, proportiones altitudinum pressionis mirum in modum discrepare. Diversitates ejusmodi sunt, ut, nisi in observando nos omnem diligentiam abhibuisse sciremus, ipsi illis parum utili-

tatis tribuerimus. Jam vero pro certis factis habendi sunt, quibus ulteriora demum experimenta clariorem afferre debeant lucem, quam nos nunc quidem possumus. Utcunque haec sunt, id saltem ex numeris nostris apparet, etiam casu minime secundo computationis numerorum, a nobis inventorum, pressionem, cui arteriae subjectae sunt, ad minimum duodecuplo majorem esse ea, quae sanguinem venosum a tergo agit. Si porro reputamus, pressionem sanguini arteriarum incumbentem plerumque 2 M. altitudinis aquae efficere, statuere cogimur, hanc pressionem plus quam sufficere ad superandam resistentiam, quae in capillaribus ei occurrat. Hoc ut nobis iterum persuaderemus, tubulo 2 M. alto, quem semper sanguine ad 30° R. calefacto repletum, sanguinem ponderis specifici fere 1,050 secundum Nasse, tribus experimentis per unum intricatissimorum systematum vasorum per renes ejusdem animalis, ab quo sanguinem traceramus, perfluere sivimus; flumine moderato ex venis prodiit.

Jam in fine tractationis altitudines pressionis, cui flumen sanguinis venosi subest, quas in singulis venis invenimus, lectori rursus ob oculos ponamus.

Invenimus in	1 cane in vena jugulari a	114 — 180	M. M.
	2 „ „ „ „	107 — 205	„
	3 „ „ „ „	43 — 172	„
	4 „ „ „ „	40 — 80	„
	5 „ „ „ „	94 — 179	„
	6 „ „ „ „	52 — 116	„
	7 „ „ „ „	27 — 100	„
Vena cruralis.	1 Canis	332	M. M.
	2 „	150 — 301	„
	3 „	157 — 232	„
Vena brachialis.	3 Canis	160 — 201	M. M.

Ex his numeris licet proportiones discrepantes inter flu-

men venarum et arteriarum supra memoratae adsint, patet, hos ipsos numeros in singulis venis respectu rei, quam tractamus, non tam plane inter se discrepare, ita ut in iisdem venis in universum, perinde ac in iisdem arteriis diversorum animalium, pressio promime similis inveniatur.

Porro apparet, quatenus experimenta nostra, pauca sane, id demonstrare possint, vim fluminis in venis jugularibus, paullo minorem esse, quam in venis extremitatum, sive potius, altitudines infimas venarum extremitatum esse summas venarum jugularium.

Ex hisce numeris ulteriores rationes subducere, consulto devitamus; quantumvis enim theoremata physiologiae congrua nobis arrideant, magnopere tamen alieni sumus a conclusionibus, ne dicam computationibus, quae nullo firmo nituntur fundamento. Omnia, quae hoc posteriori consilio peraguntur, doctrinam nequaquam promovent, sed retro ad ineptias iatromathematicorum tendunt.



Mengeringhusae, literis Weigelii.